

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-116614

(P2002-116614A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002. 4. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 3 G 15/08	1 1 5	G 0 3 G 15/08	1 1 5 2 G 0 5 9
G 0 1 N 21/47		G 0 1 N 21/47	F 2 H 0 2 7
G 0 3 G 15/00	3 0 3	G 0 3 G 15/00	3 0 3 2 H 0 3 0
15/01	1 1 3	15/01	1 1 3 A 2 H 0 7 7
21/00	5 0 2	21/00	5 0 2

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-306331(P2000-306331)

(22) 出願日 平成12年10月5日(2000. 10. 5)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 中里 博

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 ▲濱▼ 高志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100105935

弁理士 振角 正一 (外1名)

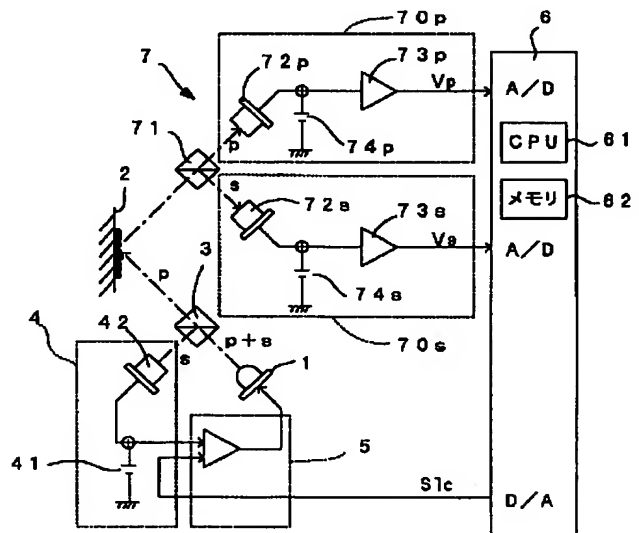
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 感光体や転写媒体などの像担持体上に付着するトナー量を高精度に測定することができる画像形成装置を提供する。

【解決手段】 発光素子1から像担持体2に向けて光が照射されるとともに、この像担持体2で反射された光が偏光ビームスプリッター71によってp偏光とs偏光とに分割され、p、s偏光の光量がそれぞれ受光ユニット70p、70sによって検出される。こうして求められたp偏光の光量(出力電圧Vp)およびs偏光の光量(出力電圧Vs)の出力比(=SigP2/SigS2)に基づき像担持体2上に付着するトナー量が測定される。このため、ノイズの影響や像担持体2への照射光量の変動の影響を受け難く、高精度なトナー量測定が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 像担持体上に付着するトナー量を検出するトナー検出装置において、
前記像担持体に光を照射する発光素子と、
前記像担持体からの反射光に含まれる光成分のうち互いに異なる第1および第2光成分の光量をそれぞれ検出する反射光量検出手段と、
前記反射光量検出手段によって検出された前記第1光成分の光量および前記第2光成分の光量の光量比を算出し、当該光量比に基づき前記像担持体上に付着するトナー量を検出する制御手段とを備えたことを特徴とする画像形成装置。

【請求項2】 前記反射光量検出手段は、前記像担持体からの反射光をp偏光とs偏光とに分割する偏光ビームスプリッターと、前記偏光ビームスプリッターから射出されるp偏光を受光し、前記第1光成分の光量としてp偏光の光量を検出する第1受光素子と、前記偏光ビームスプリッターから射出されるs偏光を受光し、前記第2光成分の光量としてs偏光の光量を検出する第2受光素子とを備えている請求項1記載の画像形成装置。

【請求項3】 像担持体上に付着するトナー量を検出するトナー検出装置において、
前記像担持体に光を照射する発光素子と、
前記像担持体からの反射光に含まれる光成分のうち互いに異なる第1および第2光成分の光量をそれぞれ検出する反射光量検出手段と、
トナー量を検出するための検出処理として互いに異なる複数のトナー量検出処理を実行可能に構成されており、
前記像担持体上に付着するトナーのトナー色に応じて前記複数のトナー量検出処理のうち一の検出処理を選択的に実行する制御手段とを備えたことを特徴とする画像形成装置。

【請求項4】 前記第1光成分の光量を示す信号として前記反射光量検出手段から出力される第1光量信号のダイナミックレンジが、前記第2光成分の光量を示す信号として前記反射光量検出手段から出力される第2光量信号のダイナミックレンジよりも大きい場合に、
前記制御手段は、前記像担持体に付着している測定対象トナーがブラックトナーである際には、前記第1光成分の光量のみに基づきブラックトナー量を求める一方、前記測定対象トナーがブラックトナー以外のトナーである際には、前記第1光成分の光量および前記第2光成分の光量との光量比を算出し、当該光量比に基づき前記像担持体上に付着するトナー量を求める請求項3記載の画像形成装置。

【請求項5】 前記発光素子は前記像担持体への照射光量を変更可能に構成されるとともに、
前記制御手段は、前記測定対象トナーがブラックトナーである際には前記測定対象トナーがブラックトナー以外のトナーである際の照射光量よりも高い照射光量で前記

発光素子から前記像担持体に光が照射されるように、前記発光素子を制御する請求項4記載の画像形成装置。

【請求項6】 前記反射光量検出手段は、前記像担持体からの反射光を第1および第2光成分に分割する光分割手段と、前記光分割手段から射出される前記第1光成分を受光し、前記第1光成分の光量を検出する第1受光素子と、前記光分割手段から射出される前記第2光成分を受光し、前記第2光成分の光量を検出する第2受光素子とを備えており、

前記第2受光素子からの第2出力信号のダイナミックレンジが前記第1受光素子からの第1出力信号のダイナミックレンジよりも小さい場合に、前記第2出力信号を前記第1出力信号よりも高い増幅率で増幅する請求項1または3記載の画像形成装置。

【請求項7】 前記発光素子は前記制御手段から与えられる光量制御信号に応じて前記像担持体への照射光量を制御するとともに、

前記制御手段は前記像担持体上のトナー濃度に応じた光量制御信号を前記発光素子に与えて照射光量を調整する請求項1ないし6のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項8】 前記制御手段は、前記照射光量の調整に先立って、互いに異なる2つの光量制御信号を前記発光素子に順番に与え、各光量制御信号に設定したときの前記反射光量検出手段からの出力と、各光量制御信号とから光量制御特性を求める一方、
前記照射光量の調整にあたっては、当該光量制御特性に基づき前記発光素子に与える光量制御信号を決定する請求項7記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、感光体や転写媒体などの像担持体に付着するトナー量を測定する画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 プリンタ、複写機およびファクシミリ装置などの電子写真方式の画像形成装置では、画像濃度の安定化などを図るために、感光体や転写媒体などの像担持体に付着するトナー量を測定している。このようにトナー量を測定する具体的な構成としては、例えば特開2000-29271号公報に記載されたものがある。この装置では、発光素子から感光体（像担持体）に向けて光を照射するとともに、感光体で反射された光をp偏光とs偏光とに分割し、p偏光の光量をp偏光用受光ユニットにより、またs偏光の光量をs偏光用受光ユニットによって検出している。そして、両光量の差分に基づき感光体上のトナー量を求めている。

【0003】 ここで、受光ユニットとしては例えば図21に示すようなものが従来より多用されている。図21は従来の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。この受光ユニットでは、フォトダイオードなどの受光素子

P Sのアノード端子は電流-電圧 (I/V) 変換回路を構成するオペアンプOPの非反転入力端子と接地電位とに接続されている。また、受光素子P Sのカソード端子は、オペアンプOPの反転入力端子に接続されているとともに、抵抗Rを介してオペアンプOPの出力端子に接続されている。このため、受光素子P Sに光が入射されて光電流 i が流れると、オペアンプOPの出力端子からの出力電圧 V_0 は、

$$V_0 = i \cdot R$$

となり、反射光量に対応した信号が受光ユニットから出力される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように構成された受光ユニットでは、その出力信号レベル、例えば出力電圧は受光量、つまり感光体からの反射光量にほぼ比例して変化するので、通常、受光ユニットの回路は図22の実線に示すような特性の検出信号が得られるように構成する。しかしながら、受光ユニットやその他の回路素子のばらつき、環境条件による特性変化、耐久劣化による特性変化等によっては図22の破線や一点鎖線のような特性になる場合がある。

【0005】図22の一点鎖線のような特性の場合について考える。仮に、図21の回路が (+15V) の電源と (-15V) の電源を用いるような両電源回路で構成されていたとすると、反射光量がゼロの時、マイナスの電圧が出力されることになる。しかし、両電源回路は電源部のコストが上昇するため、現実の装置では (+5V) 電源のみのような片電源の回路で構成することが多い。ところが、片電源の場合、図22の一点鎖線の特性を考えると、出力電圧レベルがゼロのまま変化しない、いわゆる不感帯の領域ができてしまう。すなわち、反射光量が小さくなってしまようなトナー量に対してはトナー量測定ができないという問題があった。特に、高濃度のブラクトナーを検出しようとする際には、ブラクトナーが光を吸収してしまう性質上、反射光量の減少が激しく、上記の問題が顕著なものとなる。

【0006】また、次のような問題も存在する。すなわち、周辺温度や湿度などの環境因子や発光素子などの経時変化などの影響によって感光体や転写像担持体への照射光量の変動することがあり、その変動によってトナー量を誤検出してしまうことがある。例えば感光体への照射光量が減少すると、それに応じてp偏光およびs偏光の光量も減少して光量の差分が変化してしまう。その結果、差分に基づき算出されるトナー量も変動してしまう、測定精度の面で劣っている。

【0007】また、カラー画像形成装置では、感光体や転写媒体などの像担持体にはカラートナーやブラクトナーが付着するが、カラートナーとブラクトナーとでは反射特性が異なっている。したがって、反射光量に基づきトナー量を測定する場合、各トナー色ごとに最適な

トナー量検出が存在する。しかしながら、上記した従来技術では画一的なトナー量検出しか実行されておらず、測定精度の向上の余地が十分に残されている。

【0008】この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、感光体や転写媒体などの像担持体上に付着するトナー量を高精度に測定することができる画像形成装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の一態様は、像担持体上に付着するトナー量を検出するトナー検出装置であって、上記目的を達成するため、像担持体に光を照射する発光素子と、像担持体からの反射光に含まれる光成分のうち互いに異なる第1および第2光成分の光量をそれぞれ検出する反射光量検出手段と、反射光量検出手段によって検出された第1光成分の光量および第2光成分の光量の光量比を算出し、当該光量比に基づき像担持体上に付着するトナー量を検出する制御手段とを備えている。

【0010】このように構成された発明では、像担持体からの反射光の第1および第2光成分の光量比を求め、その光量比に基づき像担持体上に付着するトナー量が測定される。したがって、ノイズや照射光量の変動などが生じたとしても、第1光成分の光量および第2光成分の光量はともに同一傾向で変化するため、光量比の変動は少ない。つまり、ノイズの影響や照射光量の変動の影響を受け難く、高精度なトナー量測定が可能となる。

【0011】ここで、反射光の光成分としては、p偏光およびs偏光を用いることができる。例えば、反射光量検出手段を、像担持体からの反射光をp偏光とs偏光とに分割する偏光ビームスプリッターと、偏光ビームスプリッターから射出されるp偏光を受光し、第1光成分の光量としてp偏光の光量を検出する第1受光素子と、偏光ビームスプリッターから射出されるs偏光を受光し、第2光成分の光量としてs偏光の光量を検出する第2受光素子とで構成してもよい。

【0012】また、この発明の別態様は、像担持体上に付着するトナー量を検出するトナー検出装置であって、上記目的を達成するため、像担持体に光を照射する発光素子と、像担持体からの反射光に含まれる光成分のうち互いに異なる第1および第2光成分の光量をそれぞれ検出する反射光量検出手段と、トナー量を検出するための検出処理として互いに異なる複数のトナー量検出処理を実行可能に構成されており、像担持体上に付着するトナーのトナー色に応じて複数のトナー量検出処理のうちの1の検出処理を選択的に実行する制御手段とを備えている。

【0013】このように構成された発明では、相互に異なる複数のトナー量検出処理が用意されており、像担持体上に付着しているトナーのトナー色に応じてトナー量検出処理が選択的に実行される。そのため、各トナー色に

対応した最適な検出フローでトナー量を検出することができ、トナー量の測定精度を高めることができる。

【0014】ここで、具体的なトナー量検出処理としては、測定対象トナーがブラックトナーであるか、それ以外のトナー色であるかに応じて相互に異なる処理を用いることができる。たとえば、像担持体に付着している測定対象トナーがブラックトナーである際に適した処理としてダイナミックレンジが比較的広い第1光成分の光量のみに基づきブラックトナー量を求める処理を用いることができる。一方、測定対象トナーがブラックトナー以外のトナーである際に適した処理として第1光成分の光量および第2光成分の光量との光量比を算出し、当該光量比に基づき像担持体上に付着するトナー量を求める処理を用いることができる。

【0015】また、ブラックトナーは他のトナー色に比べて反射光量の減少率が高いため、測定対象トナーがブラックトナーである際には測定対象トナーがブラックトナー以外のトナーである際の照射光量よりも高い照射光量で発光素子から像担持体に光が照射される構成することで、ブラックトナー量の測定精度を高めることができる。

【0016】また、第1および第2光成分の光量を求めるために、反射光量検出手段を、像担持体からの反射光を第1および第2光成分に分割する光分割手段と、光分割手段から射出される第1光成分を受光し、第1光成分の光量を検出する第1受光素子と、光分割手段から射出される第2光成分を受光し、第2光成分の光量を検出する第2受光素子とで構成することがある。この場合、第2受光素子からの第2出力信号のダイナミックレンジが第1受光素子からの第1出力信号のダイナミックレンジよりも小さい場合に、第2出力信号を第1出力信号よりも高い増幅率で増幅することでトナー量をより高精度に測定することが可能となる。

【0017】また、像担持体上のトナー濃度に応じた光量制御信号を照射光量調整手段に与えて照射光量を調整するように構成してもよく、これによってトナー濃度が低濃度から高濃度に至るまで広範囲にわたって像担持体上のトナー量を精度良く測定することができる。

【0018】さらに、照射光量を調整する場合、光量制御信号に対する照射光量の変化特性を示す光量制御特性を予め求めておくことが望ましい。例えば、照射光量の調整に先立って、互いに異なる2つの光量制御信号を照射光量調整手段に与え、各光量制御信号に設定したときの受光素子からの出力と、各光量制御信号とから光量制御特性を求める一方、照射光量の調整にあたっては、当該光量制御特性に基づき照射光量調整手段に与える光量制御信号を決定するように制御手段を構成することで照射光量を適切に、しかも高精度に制御することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】 A. 第1実施形態

図1は、この発明にかかる画像形成装置の第1実施形態を示す図である。この画像形成装置には、LEDなどの発光素子1が設けられ、感光体や中間転写ベルトなどの像担持体2に向けて光を照射している。また、この実施形態では、照射光の照射光量を調整するために、偏光ビームスプリッター3、照射光量モニタ用受光ユニット4および照射光量調整ユニット5が設けられている。

【0020】この偏光ビームスプリッター3は、同図に示すように、発光素子1と像担持体2との間に配置されており、像担持体2上における照射光の入射面に平行な偏光方向を有するp偏光と、垂直な偏光方向を有するs偏光とに分割している。そして、p偏光についてはそのまま像担持体2に入射する一方、s偏光については偏光ビームスプリッター3から取り出された後、照射光量モニタ用の受光ユニット4に入射され、この受光ユニット4から照射光量に比例した信号が照射光量調整ユニット5に出力される。この信号を受け取った照射光量調整ユニット5は、CPU61およびメモリ62を備えて装置全体を制御する制御ユニット6からの光量制御信号S1cとに基づき発光素子1をフィードバック制御して発光素子1から像担持体2に照射される照射光量を光量制御信号S1cに対応する値に調整する。このように、この実施形態では、照射光量を広範囲に変更調整することができる。

【0021】また、この実施形態では、照射光量モニタ用受光ユニット4に設けられた受光素子42の出力側に入力オフセット電圧41が印加されており、光量制御信号S1cがある信号レベルを超えない限り、発光素子1が消灯状態に維持されるように構成されている。その具体的な電氣的構成は図2に示す通りであり、従来の受光ユニット(図21)と次の点で相違している。すなわち、図21に示す従来の受光ユニットでは受光素子PSのアノード端子とオペアンプOPの非反転入力端子とはともに接地電位に直接接続されているのに対し、この実施形態ではオフセット電圧41が介挿されている。このため、受光ユニット4からの出力電圧V0は、 $V0 = i \cdot R + V_{off}$

(ただし、 V_{off} はオフセット電圧値である)となる。このように構成した理由について以下説明する。

【0022】入力オフセット電圧41を印加しない場合には、図3の破線で示すような光量特性を示す。つまり、光量制御信号S1c(0)を制御ユニット6から照射光量調整ユニット5に与えると、発光素子1は消灯状態となり、光量制御信号S1cの信号レベルを高めると、発光素子1は点灯し、像担持体2上への照射光量も信号レベルにほぼ比例して増大する。しかしながら、光量特性は周辺温度の影響や照射光量調整ユニット5の構成などによって図3に示す一点鎖線や二点鎖線のように平行シフトすることがあり、仮に同図の一点鎖線のようにシフト

してしまうと、制御ユニット6から消灯指令、つまり光量制御信号 $S_{lc}(0)$ を与えているにもかかわらず、発光素子1が点灯していることがある。これに対し、本実施形態の如く、入力オフセット電圧41を印加して予め同図の右手側にシフトさせて不感帯（信号レベル $S_{lc}(0) \sim S_{lc}(1)$ ）を設けている場合（同図の実線）には、制御ユニット6から消灯指令、つまり光量制御信号 $S_{lc}(0)$ を与えることで確実に発光素子1を消灯することができ、装置の誤作動を未然に防止することができる。

【0023】一方、信号レベル $S_{lc}(1)$ を超える光量制御信号 S_{lc} が制御ユニット6から照射光量調整ユニット5に与えられると、発光素子1は点灯し、像担持体2にp偏光が照射光として照射される。すると、このp偏光は像担持体2で反射され、反射光量検出ユニット7で反射光の光成分のうちp偏光の光量とs偏光の光量とが検出され、各光量に対応する信号が制御ユニット6に出力される。

【0024】この反射光量検出ユニット7は、図1に示すように、反射光の光路上に配置された偏光ビームスプリッター71と、偏光ビームスプリッター71を通過するp偏光を受光し、そのp偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット70pと、偏光ビームスプリッター71で分割されたs偏光を受光し、そのs偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット70sとを備えている。この受光ユニット70pでは、受光素子72pが偏光ビームスプリッター71からのp偏光を受光し、その受光素子72pからの出力をアンプ回路73pで増幅した後、その増幅信号をp偏光の光量に相当する信号として受光ユニット70pから出力している。また、受光ユニット70sは受光ユニット70pと同様に受光素子72sおよびアンプ回路73sを有している。このため、反射光の光成分のうち互いに異なる2つの成分光（p偏光とs偏光）の光量を独立して求めることができる。

【0025】また、この実施形態では、受光素子72p、72sの出力側に出力オフセット電圧74p、74sがそれぞれ印加されており、アンプ回路73p、73sから制御ユニット6に与えられる信号の出力電圧 V_p 、 V_s は図4に示すようにプラス側にオフセットされている。各受光ユニット70p、70sの具体的な電気的構成については、受光ユニット4と同一であるため、ここでは図示説明を省略する。このように構成された受光ユニット70p、70sにおいても、受光ユニット4と同様に、反射光量がゼロであるときであっても、各出力電圧 V_p 、 V_s はゼロ以上の値を有し、しかも反射光量の増大に比例して出力電圧 V_p 、 V_s も増大する。このように出力オフセット電圧74p、74sを印加することで図22の不感帯の影響を確実に排除することができ、反射光量に応じた出力電圧を出力することができる。

【0026】これら出力電圧 V_p 、 V_s の信号は制御ユニ

ット6に入力され、A/D変換された後、次の動作フローにしたがって像担持体2上に付着するトナー量が制御ユニット6によって求められる。以下、図5および図6を参照しつつトナー量の測定方法について詳述する。

【0027】図5は図1に示す画像形成装置の動作を示すフローチャートである。この装置では、制御ユニット6は、トナー量測定に先立って、消灯指令に相当する光量制御信号 $S_{lc}(0)$ を照射光量調整ユニット5に出力して発光素子1を消灯する（ステップS1）。特に、この実施形態では上述したように、入力オフセット電圧41を印加することで不感帯（信号レベル $S_{lc}(0) \sim S_{lc}(1)$ ）が設定されているので、光量制御信号 $S_{lc}(0)$ を与えた際に発光素子1が確実に消灯される。

【0028】そして、この消灯状態でのp偏光の光量を示す出力電圧 V_{p0} と、s偏光の光量を示す出力電圧 V_{s0} とを検出し、制御ユニット6のメモリ62に記憶する（ステップS2）。すなわち、消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力情報を検出して記憶している。

【0029】そして、ステップS3を実行して像担持体2上に付着しているトナー量を求める。図6はトナー量検出（1）の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出（1）では、光量制御信号 S_{lc} として不感帯を超える信号レベルの信号 $S_{lc}(2)$ を設定し、この光量制御信号 $S_{lc}(2)$ を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる（ステップS31）。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧 V_p 、 V_s が制御ユニット6に入力される（ステップS32）。

【0030】そこで、制御ユニット6はp偏光に関して出力電圧 V_p から暗出力電圧 V_{p0} を差し引いてトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号 $SigP2$ を求めている（ステップS33）。また、s偏光についても、p偏光と同様に、出力電圧 V_s から暗出力電圧 V_{s0} を差し引いてトナー量に対応するs偏光の光量を表す光量信号 $SigS2$ を求めている（ステップS33）。このように、この実施形態では、測定された出力電圧 V_p 、 V_s から暗出力電圧 V_{p0} 、 V_{s0} を取り除いているので、トナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、トナー量に対応する出力を得ることができる。

【0031】ここで、カラートナー量が最大値に設定されている時の各光量信号値 $SigP2$ 、 $SigS2$ がともに同一値（ $SigP2 = SigS2$ ）となるように各アンプ回路73p、73sのゲインを設定した場合、トナー量に対する光量信号値 $SigP$ 、 $SigS$ の変化を図示するとカラートナーに関しては図7、ブラックトナーに関しては図8

のようになる。これらのグラフから明らかなように、トナー量の変化に応じて光量信号SigP2、SigS2も大きく変化し、特にカラートナーについては出力比(=SigP2/SigS2)はトナー量の増大にしたがって減少(図示なし)し、トナー量最大で「1」(SigP2=SigS2)となる。

【0032】次のステップS34では、上記のようにして補正された光量信号SigP2、SigS2の比を求め、その出力比(=SigP2/SigS2)に基づきトナー量D1(図7および図8参照)を検出する(ステップS35)。

【0033】以上のように、この第1実施形態では、像担持体2からの反射光の光成分のうち第1光成分としてのp偏光の光量(光量信号SigP2)および第2光成分としてのs偏光の光量(光量信号SigS2)を独立して求め、それらの出力比(=SigP2/SigS2)に基づき像担持体2上に付着するトナー量を測定しているの、ノイズの影響や像担持体2への照射光量の変動の影響を受け難く、高精度なトナー量測定が可能となる。

【0034】また、この第1実施形態では、予め暗出力電圧Vp0、Vs0を暗出力情報として求めておき、実際のトナー量測定の際に検出される出力電圧(受光量情報)Vp、Vsから暗出力電圧Vp0、Vs0を差し引いて補正していることから、暗出力電圧Vp0、Vs0の影響を排除してトナー量測定精度をより一層向上させることができる。

【0035】また、暗出力を求める際には、発光素子1を確実に消灯する必要があるが、この第1実施形態によれば、上記したように入力オフセット電圧41を印加することで発光素子1を確実に消灯することができる。

【0036】なお、上記実施形態では、出力比(=SigP2/SigS2)に基づきトナー量を求めているが、もちろん出力比(=Vs2/Vp2)に基づきトナー量を求めたり、p偏光の光量とs偏光の光量との相関関係に基づきトナー量を求めるようにしてもよい。このように出力比や相関関係に基づきトナー量を求める場合には、予めトナー量が既知の標準試料などを用いて各トナー量での出力比や相関関係を求めておき、メモリ62に記憶しておけばよい。このような変形態様については、後で説明する実施形態においても共通するものである。

【0037】B. 第2実施形態
ところで、上記第1実施形態では、像担持体2に付着しているトナーのトナー色とは無関係にトナー量検出

(1)を実行してトナー量を測定しているが、図7および図8からわかるようにカラートナー(図7)とブラックトナー(図8)とでトナー量に対する出力電圧の変化の様子が相違している。そこで、第2実施形態では、2種類のトナー量検出(1)、(2)を予め用意し、像担持体2に付着しているトナーのトナー色に応じてトナー量検出を選択的に実行している。以下、図9および図1

0を参照しつつ第2実施形態について詳述する。なお、この第2実施形態ならびに後で説明する第3および第4実施形態では、画像形成装置の電気的および光学的構成は第1実施形態のそれらと全く同一であるため、それらの説明については省略し、具体的なトナー量測定フローを中心に説明する。

【0038】図9はこの発明にかかる画像形成装置の第2実施形態の動作を示すフローチャートである。この実施形態では、第1実施形態と同様に、ステップS1、S2を実行して消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力電圧Vp0、Vs0を検出して記憶している。そして、次のステップS4で像担持体2に付着しているトナーがカラートナーであるのか、ブラックトナーであるのかを判断する。この種の画像形成装置では、像担持体2にトナー像を形成する手順を記憶したシーケンス制御情報を保持しており、現在作成中のトナー色に関する情報はもとより、センサの対面に位置するトナー像のトナー色に関する情報も含まれているため、このトナー色情報に基づき制御ユニット6がステップS4の判断を実行すればよい。

【0039】このステップS4で、像担持体2上に付着するトナーがカラートナーであると判断したときには、ステップS3に進んでトナー量検出(1)を実行する。なお、このトナー量検出動作については、第1実施形態のそれと全く同一であるため、ここでは説明を省略する。一方、ステップS4で、像担持体2上に付着するトナーがブラックトナーであると判断したときには、ステップS5に進んでトナー量検出(2)を実行する。

【0040】図10は、図9のトナー量検出(2)の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出(2)では、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(2)を設定し、この光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる(ステップS51)。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧Vp、Vsが制御ユニット6に入力されるが、このトナー量検出(2)ではp偏光の出力電圧Vpのみを検出する(ステップS52)。

【0041】次のステップS53では、p偏光に関して出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いてブラックトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号SigP2を求めている(ステップS53)。このように、この実施形態においても、第1実施形態と同様に、測定された出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を取り除いているので、ブラックトナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、ブラックトナー量を

反映した出力を得ることができる。

【0042】次のステップS54では、上記のようにして補正された光量信号SigP2に基づきトナー量D1を検出する。というのも、ブラックトナーが像担持体2に付着する場合には、図8に示すように、ブラックトナー量の増大にしたがってp偏光およびs偏光の出力電圧は単調減少するからである。また、p偏光の出力電圧とs偏光の出力電圧とを対比した場合、p偏光のダイナミックレンジがs偏光のそれよりも大きくなっているため、より広いダイナミックレンジを有するp偏光の出力電圧に基づきトナー量を検出することでより高精度なトナー量検出が可能となる。

【0043】なお、上記実施形態ではビームスプリッタの特性によりp偏光のダイナミックレンジがs偏光のそれより大きくなっているが、別の特性を持つビームスプリッタを用いるなどしてs偏光のダイナミックレンジがp偏光のそれを上回る場合もありえる。その場合はs偏光の出力電圧に基づくトナー量検出も可能である。

【0044】以上のように、この第2実施形態によれば、第1実施形態と同様の作用効果に加え、次のような作用効果が得られる。すなわち、第2実施形態では、相互に異なる2種類のトナー量検出(1)、(2)を予め用意し、像担持体2に付着しているトナーのトナー色に応じてトナー量検出を選択的に実行するように構成しているので、各トナー色に対応した最適な検出フローでトナー量を検出することができ、トナー量をより高精度に測定することができる。

【0045】C. 第3実施形態
ところで、トナー量に対する出力電圧の減少率は、例えば図11の破線に示すように、高濃度領域では中濃度や低濃度側に比べて小さくなっており、例えば第2実施形態の如く光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させた場合の高濃度領域TRに対応する出力変化幅DR(p2)を有することとなる。その結果、高濃度領域でのトナー量の測定精度は中濃度や低濃度領域でのそれに比べて低下する。そこで、以下に説明する第3実施形態では、高濃度のブラックトナー量を測定する際には照射光量を高めて高濃度領域での出力変化幅を広げることで高濃度領域TRでの測定精度の向上を図っている。

【0046】図12はこの発明にかかる画像形成装置の第3実施形態の動作を示すフローチャートである。この実施形態では、ステップS1、S2を実行して消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力電圧Vp0、Vs0を検出して記憶している。そして、次のステップS4で像担持体2に付着しているトナーがカラートナーであるのか、ブラックトナーであるのかを判断し、像担持体2上に付着するトナーがカラートナーであると判断したときには、ステップS3に進んでトナー量検出(1)を実行する。なお、このトナー量検出動作については、第1実施形態

のそれと全く同一であるため、ここで説明を省略する。一方、ステップS4で、像担持体2上に付着するトナーがブラックトナーであると判断したときには、ステップS6に進む。

【0047】このステップS6では、像担持体2の付着するトナーの濃度が高濃度であるのか、中濃度または低濃度であるのかを判断する。この種の画像形成装置では、像担持体2に形成するトナー像に関する画像情報を保持する手段を備えている。この画像情報に基づけばトナー像のトナー濃度に関して大まかな判断をすることができるので、この画像情報に基づき制御ユニット6がステップS6の判断を実行すればよい。

【0048】そして、ステップS6で中濃度または低濃度であると判断したときには、ステップS5に進んでトナー量検出(2)を実行する。なお、このトナー量検出動作については、第2実施形態のそれと全く同一であるため、ここで説明を省略する。一方、ステップS6で、高濃度であると判断したときにはステップS7に進んでトナー量検出(3)を実行する。

【0049】図13は図12のトナー量検出(3)の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出

(3)では、トナー像を形成する前に以下の作業をしておく。まず、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(3)を設定し、この光量制御信号S1c(3)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させるとともに、p偏光の出力電圧Vp3を検出する。また、これに続いて光量制御信号S1cとして光量制御信号S1c(3)を超える信号レベルの信号S1c(4)を設定し、この光量制御信号S1c(4)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させるとともに、p偏光の出力電圧Vp4を検出する(ステップS71)。

【0050】そして、これらの検出結果から光量制御特性を導出する(ステップS72)。具体的には、図14に示すように、光量制御信号S1c(3)での出力電圧Vp3と、光量制御信号S1c(4)での出力電圧Vp4と、暗出力Vp0とに基づき光量制御特性を決定し、不感帯の上限值S1c(1)を求める。それに続いて、照射光量を増大させるために光量制御信号の信号レベルを第1および第2実施形態での信号レベルS1c(2)から信号レベルS1c(5)に増大させる(ステップS73)。例えば、光量アップ倍率を3倍とするときには、図3に示すように、光量制御信号S1c(5)は次式

$$S1c(5) = S1c(1) + 3 \times (S1c(2) - S1c(1))$$

で求められる値に設定される。そして、この変更後の光量制御信号S1c(5)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧Vp、Vsが制御ユニット6に入力されるが、光量制御信

号の変更によって像担持体2への照射光量が高くなり、その結果、p偏光の出力電圧が図11の実線に示す如く高電圧側にシフトするとともに、高濃度領域TRに対する出力電圧の変化幅DR(p5)が広がる。さらに、光量制御信号は光量制御信号特性を導出した上で設定値を変更しているため、トナー量に対して高精度な出力電圧を得ることができる。

【0051】次のステップS74では、トナー像を形成した後、そのトナー像におけるp偏光の出力電圧Vpを検出する。それに続いて、この出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いて高濃度領域におけるブラックトナー量に対応するp偏光の光量信号SigP5を求めている(ステップS75)。このように、この実施形態においても、第1実施形態と同様に、測定された出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を取り除いているので、ブラックトナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、ブラックトナー量を反映した出力を得ることができる。

【0052】こうして検出した光量信号SigP5は照射光量を増大させた状態での値であるため、次のステップS76では、光量アップ倍率を考慮した上でトナー量を検出する(ステップS76)。

【0053】以上のように、この第3実施形態によれば、第1および第2実施形態と同様の作用効果に加え、次のような作用効果が得られる。すなわち、第3実施形態では、高濃度のブラックトナーが像担持体2上に付着しているときには、照射光量を高めて高濃度領域TRに対するp偏光の出力電圧の変化幅DR(p2)からより広い変化幅DR(p5)に広げてトナー量の測定を行っているので、中濃度や低濃度領域のみならず高濃度領域においても高精度なトナー量測定を行うことができる。つまり、トナー濃度にかかわらずブラックトナー量を高精度で測定することができる。さらに、照射光量を高める際に光量制御信号特性を導出した上で光量設定値を変更しているため、より高精度なトナー量測定をすることができる。

【0054】なお、上記第3実施形態では、光量アップ倍率を「3倍」としているが、光量アップ倍率はこれに限定されるものではなく、任意の倍率で光量をアップさせることができる。

【0055】また、上記第3実施形態では反射光量の減少が激しいブラックトナーの測定に関して説明してきたが、カラートナーの測定においても高濃度領域の出力変化幅の減少は避けることができない。したがって、図12のステップS4で「カラー」と判断された場合にも「ブラック」の場合に説明した方法と同様な処理を適用することにより、カラートナーのトナー量をより高精度に測定することができることは言うまでもない。

【0056】D. 第4実施形態

ところで、上記第1ないし第3実施形態では、トナー量が最大値に設定されているときの各光量信号($V_p - V_{p0}$, $V_s - V_{s0}$)がともに同一値となるように各アンプ回路73p, 73sのゲインを設定しているが、この場合、図15の破線で示すように、s偏光の出力電圧のダイナミックレンジDR(g0)は比較的狭くなっている。しかし、アンプ回路73sのゲインを高めると、同図の実線に示すようにs偏光の出力電圧のダイナミックレンジはダイナミックレンジDR(g1)に広がり、トナー量をより高精度に測定することが可能となる。具体的には、この改良実施形態では、トナー量検出(1)の代わりに図16に示すトナー量検出(4)が実行される。

【0057】図16はトナー量検出(4)の動作を示すフローチャートである。このトナー量検出(4)では、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(2)を設定し、この光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット5に与えて発光素子1を点灯させる(ステップS81)。すると、発光素子1からの光が像担持体2に照射されるとともに、像担持体2で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット7によって検出され、各光量に対応する出力電圧Vp, Vsが制御ユニット6に入力される(ステップS82)。なお、この改良実施形態では、予めアンプ回路73sのゲインが第1実施形態におけるゲインのM倍($M > 1$)に設定されているため、s偏光の出力電圧のダイナミックレンジはダイナミックレンジDR(g0)からダイナミックレンジDR(g1)に高められている。

【0058】次のステップS83で、次式にしたがってp偏光の光量信号SigP2およびs偏光の光量信号SigS2を求める。

$$\text{【0059】 } \text{SigP2} = V_p - V_{p0}$$

$$\text{SigS2} = (V_s - V_{s0}) / M$$

そして、上記のようにして補正された光量信号SigP2, SigS2の比を求め(ステップS84)、その出力比($= \text{SigP2} / \text{SigS2}$)に基づきトナー量を検出する(ステップS85)。

【0060】E. その他

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態では、受光ユニット4, 70p, 70sが図2に示すように構成されており、各受光ユニット4, 70p, 70sのオペアンプOPから受光量(反射光量)に応じた出力電圧V0が出力される。ここで、図17に示すようにオペアンプOPの出力端子と接地電位との間に可変抵抗VRを追加すれば、次のような作用効果が得られる。つまり、図17の受光ユニットでは、可変抵抗VRを操作することによって当該出力端子と受光素子PS(実施形態における42, 72p, 72s)のカソー

ド端子との間の合成抵抗 R' を変更し、ゲイン調整を行うことができる。そのため、ゲイン調整によって反射光量に対する出力電圧 $V0$ の出力態様を図18に示すように変更することができる。したがって、装置構成に応じて受光ユニットのゲインを調整することにより適切で、しかも高精度なトナー量測定が可能となる。

【0061】また、図17に示す受光ユニットによれば、出力電圧 $V0$ は

$$V0 = i \cdot R' + k \cdot V_{off}$$

(ただし、 k はオペアンプOPと抵抗 VR による正帰還増幅率である)となり、反射光量がゼロである場合であっても、ゲインを高く設定することでオフセット電圧は高くなってしまう。そのため、反射光量が中・高領域では出力電圧が飽和してしまい、測定可能な範囲が狭まってしまう。

【0062】そこで、このような問題を解消するためには、図19に示すように可変抵抗 VR をオペアンプOPの非反転入力端子と出力端子との間に介挿すればよい。このように構成された受光ユニットでは、出力端子から出力される電圧 $V0$ は、

$$V0 = i \cdot R' + V_{off}$$

となり、反射光量に対する出力電圧 $V0$ は図20に示すように変化する。つまり、反射光量がゼロであるときのオフセット電圧は常に電圧 V_{off} となり、上記問題を解消することができる。

【0063】また、上記実施形態では、偏光ビームスプリッター3によって照射光から s 偏光を完全に取り除くことを前提として説明したが、実際上は完全に分離することは難しく、照射光に s 偏光が含まれることがある。このように p 偏光と s 偏光とが $1:n$ (ただし、 $n < 1$)の比で含まれる照射光を用いても上記実施形態と同様にトナー量を測定することができる。また、像担持体2への照射光として p 偏光を採用しているが、 s 偏光のみからなる照射光や、 p 偏光と s 偏光とが $m:1$

(ただし、 $m < 1$)の比で含まれる照射光を用いてもよい。

【0064】

【発明の効果】以上のように、この発明の一態様によれば、像担持体からの反射光の第1および第2光成分の光量比を求め、その光量比に基づき像担持体上に付着するトナー量を測定するように構成しているので、ノイズや照射光量の変動などが生じたとしても、第1光成分の光量および第2光成分の光量はともに同一傾向で変化するため、ノイズの影響や照射光量の変動の影響を抑えて、トナー量を高精度に測定することができる。

【0065】また、この発明の別態様によれば、相互に異なる複数のトナー量検出処理を予め用意し、像担持体に付着しているトナーのトナー色に応じてトナー量検出処理を選択的に実行するように構成しているので、各トナー色に対応した最適な検出フローでトナー量を検出す

ることができ、トナー量の測定精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる画像形成装置の第1実施形態を示す図である。

【図2】図1の画像形成装置で採用されている受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図3】図1の画像形成装置における光量制御特性を示す図である。

【図4】図1の画像形成装置における反射光量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図5】図1に示す画像形成装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】トナー量検出(1)の動作を示すフローチャートである。

【図7】カラートナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図8】ブラックトナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図9】この発明にかかる画像形成装置の第2実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図10】図9のトナー量検出(2)の動作を示すフローチャートである。

【図11】照射光量を増大させたときのブラックトナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図12】この発明にかかる画像形成装置の第3実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図13】図12のトナー量検出(3)の動作を示すフローチャートである。

【図14】光量制御信号に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図15】 s 偏光のアンプゲインを増大させたときのトナー量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図16】トナー量検出(4)の動作を示すフローチャートである。

【図17】この発明にかかる画像形成装置に採用可能な別の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図18】図17の受光ユニットから出力される電圧の反射光量に対する変化の様子を示すグラフである。

【図19】この発明にかかる画像形成装置に採用可能な他の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

【図20】図19の受光ユニットから出力される電圧の反射光量に対する変化の様子を示すグラフである。

【図21】従来の受光ユニットの電氣的構成を示す図である。

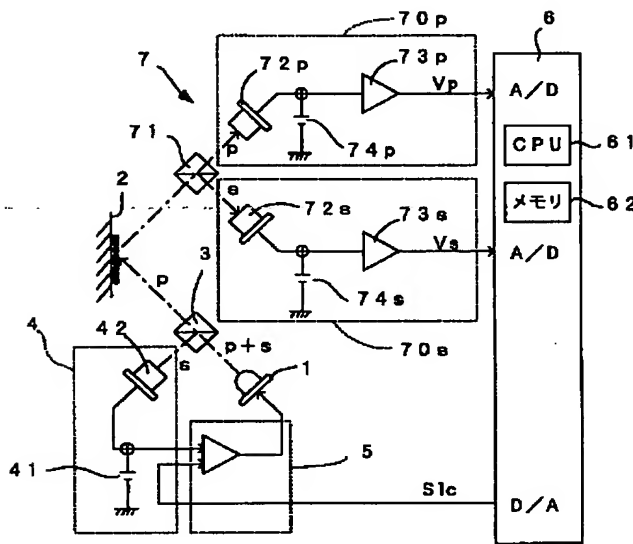
【図22】出力オフセット電圧を印加しないときの反射光量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【符号の説明】

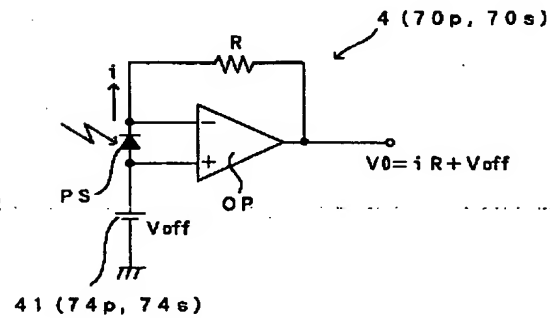
- 1…発光素子
 2…像担持体
 3…偏光ビームスプリッター（照射側ビームスプリッター）
 4…照射光量モニタ用受光ユニット（照射光量モニタ手段）
 5…照射光量調整ユニット
 6…制御ユニット
 7…反射光量検出ユニット
 41…入力オフセット電圧
 42, 72p, 72s, PS…受光素子

- 61…CPU
 62…メモリ
 70p, 70s…受光ユニット
 71…偏光ビームスプリッター
 73p, 73s…アンプ回路
 74p, 74s…出力オフセット電圧
 SigP2, SigP5…(p偏光の) 光量信号
 SigS2…(s偏光の) 光量信号
 Slc, Slc(0)~Slc(5)…光量制御信号
 Vp…(p偏光の) 出力電圧
 Vs…(s偏光の) 出力電圧

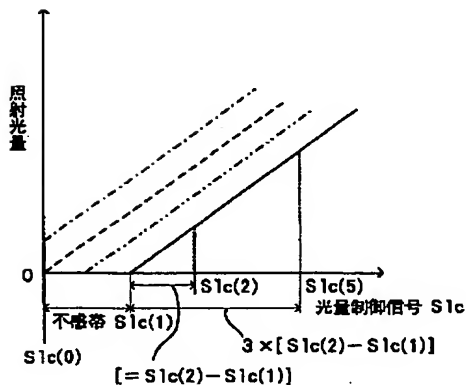
【図1】



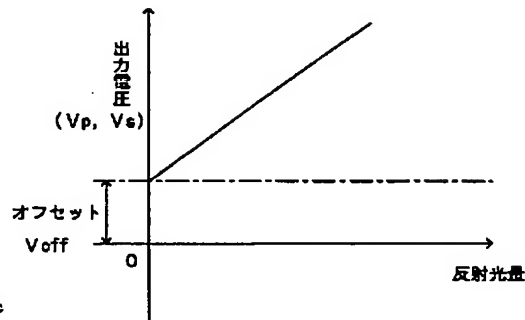
【図2】



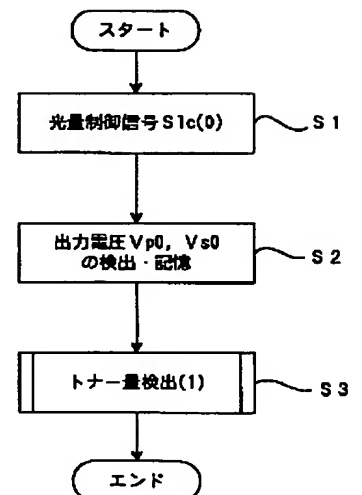
【図3】



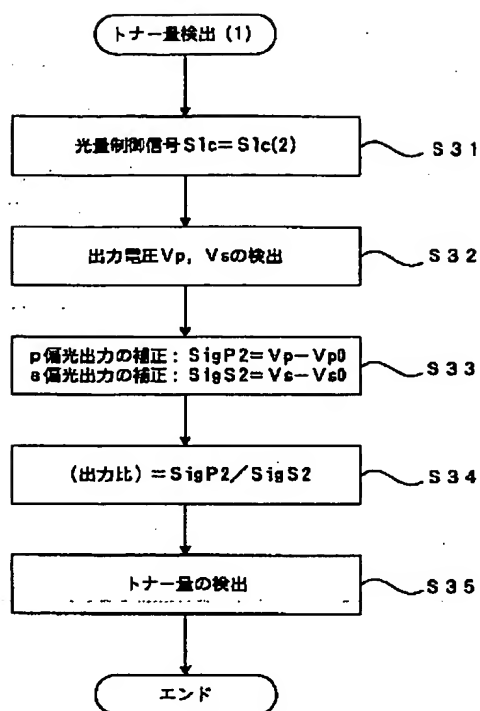
【図4】



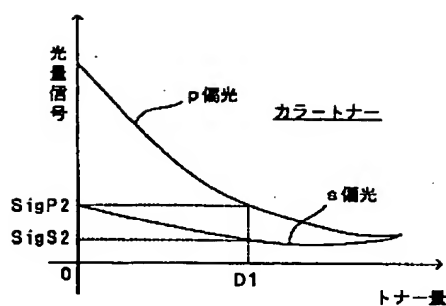
【図5】



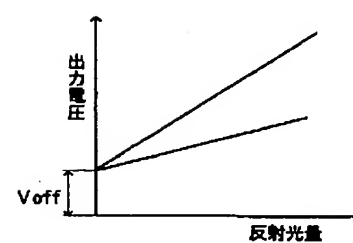
【図6】



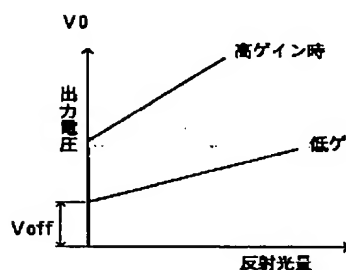
【図7】



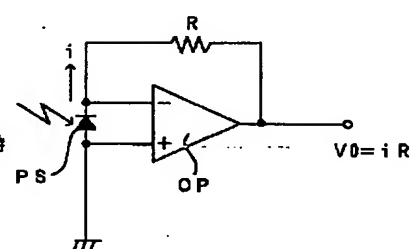
【図20】



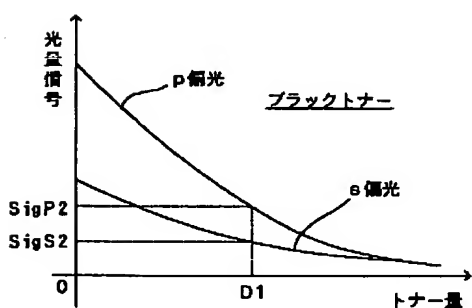
【図18】



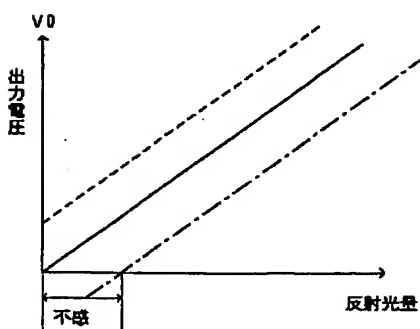
【図21】



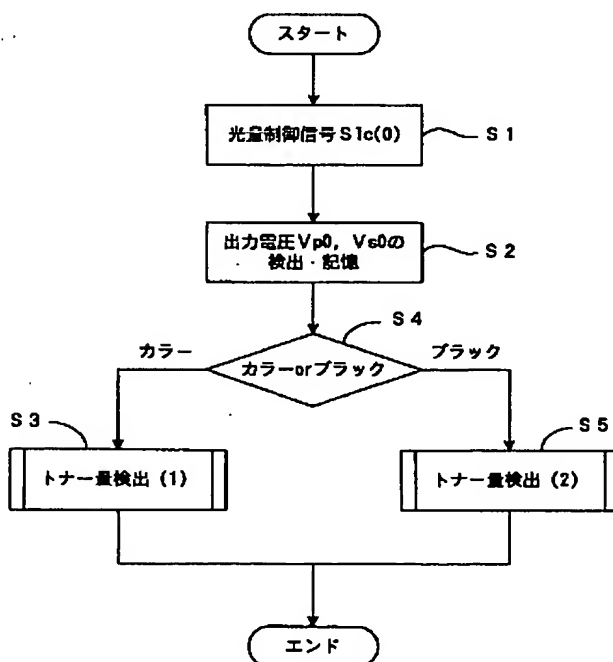
【図8】



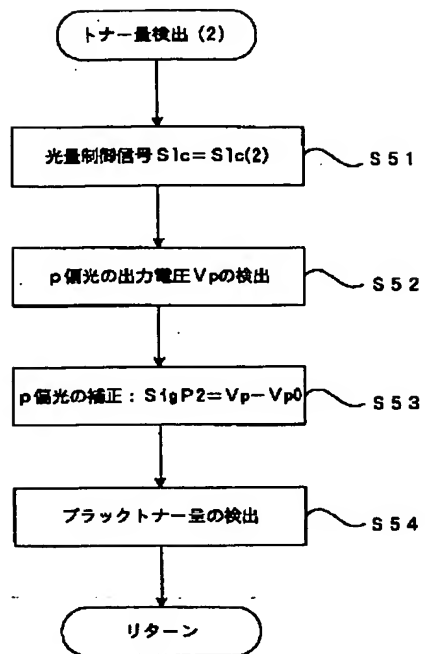
【図22】



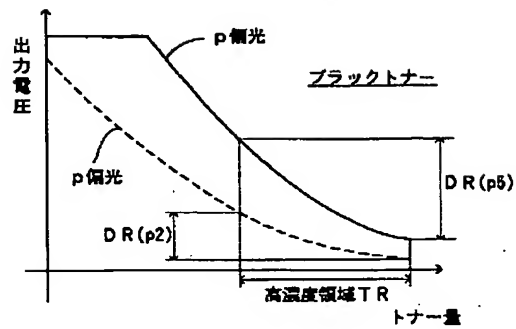
【図9】



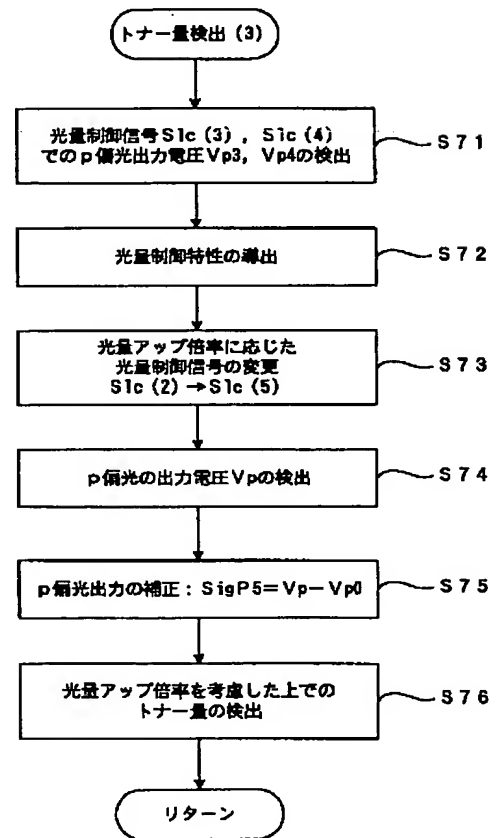
【図10】



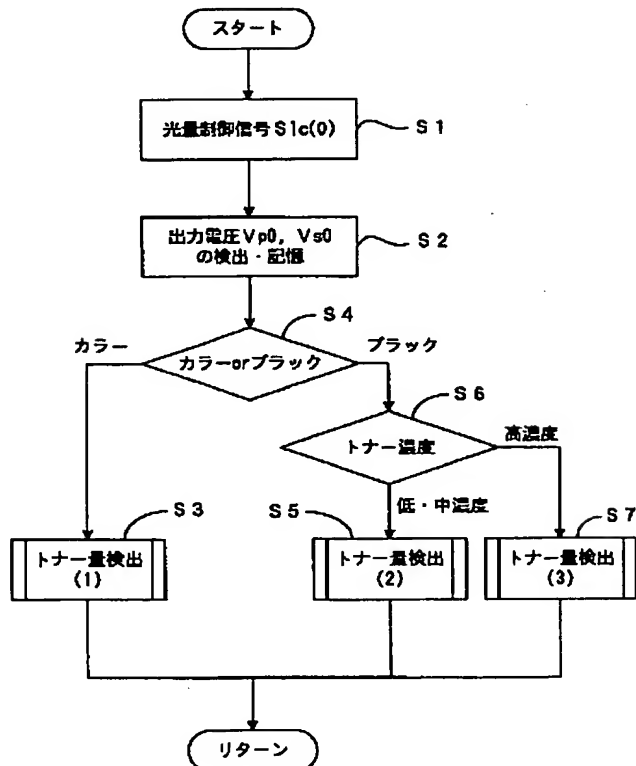
【図11】



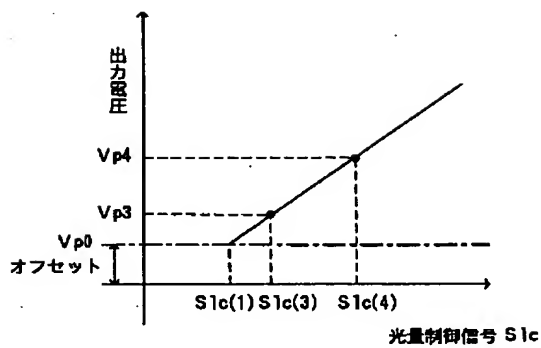
【図13】



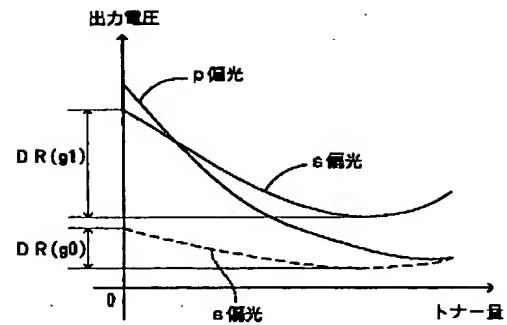
【図12】



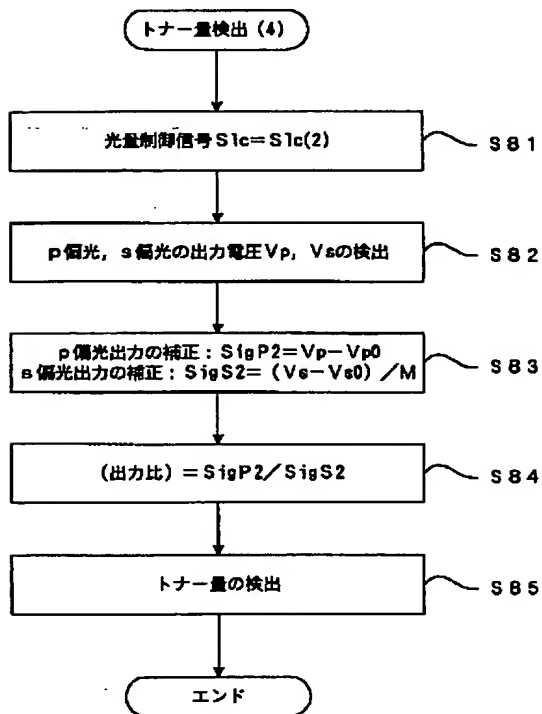
【図14】



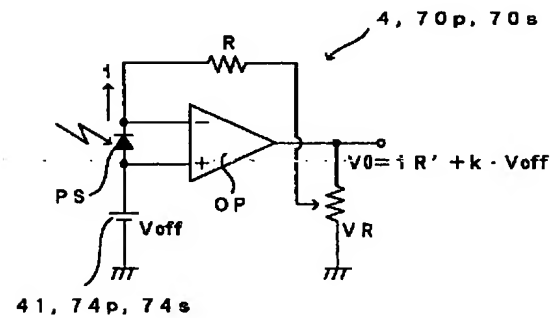
【図15】



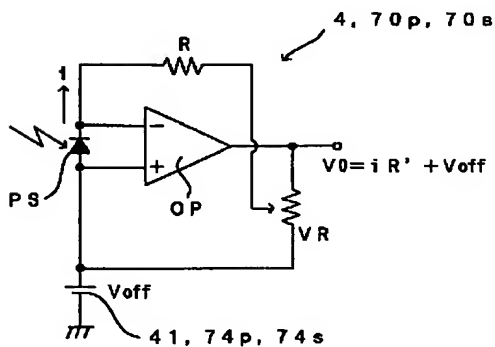
【図16】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G059 AA05 BB09 EE02 GG02 JJ19
JJ22 KK03 MM01 MM05 MM09
MM10 MM17 MM18 NN02 NN05
NN09
2H027 DA07 DA10 DD05 DE02 DE07
EA02 EA06 EB04 EC06 EC20
2H030 BB12 BB36 BB63
2H077 DA02 DA47 DA63 DB13 GA12